Lane Medical Library

Der Einfluſs der Unterkleidung auf die Wärmeregulation, speziell bei körperlicher Tätigkeit.

INAUGURAL-DISSERTATION

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

am 26. Juli 1904

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER

Arnold Dreist

approb. Arzt aus Aschersleben.

Assistenzarzt im Thüringischen Ulanen-Regiment Nr. 6.

OPPONENTEN:

Herr Unterarzt Seeliger.

- Unterarzt Schneider.

- stud. med. Dreist.

BERLIN.

Universitäts-Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke)

Linienstraße 158.

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Referent: Prof. Dr. **Rubner.**

Seinen lieben Eltern.

In der Deutschen Felddienstordnung vom 1. Januar 1900 heißt es:

„312. Der größte Feind der marschierenden Truppe ist die Hitze. Die Anstrengungen, die sie namentlich der Infanterie auferlegt, deren Reihen sie in kurzer Zeit lichten kann, verlangen wohlbedachte Vorsichtsmaßregeln."

In vieler Beziehung hat man schon versucht, solche Vorsichtsmaßregeln durchzuführen, man hat das Gewicht der Ausrüstungsgegenstände herabgesetzt und für geordnetes Rasten und Trinken gesorgt. Von besonderer Bedeutung ist die Bekleidung, und man hat daher vielfach mit verschiedenartigen Stoffen, sowohl für die Unterkleidung als auch für die Uniform experimentiert. An letzterer sind bekanntlich mehrfach zweckmäßige Änderungen und Verbesserungen vorgenommen worden. In Bezug auf die Unterkleidung ist man bisher nicht über das Stadium der Laboratoriumsversuche hinausgekommen. Die große Schwierigkeit bei der Anordnung der Unterkleidung liegt darin, daß sie zwei ganz verschiedenen und in gewissem Sinne einander widersprechenden Aufgaben genügen soll; sie soll einerseits den Körper vor übermäßiger Abkühlung bewahren und andererseits bei drohender Überhitzung dieser entgegenwirken. Es wäre aussichtslos, beide Aufgaben mit derselben Unterkleidung erfüllen zu wollen, wenn nicht die Abkühlung bei Überhitzung durch besondere bei Kälteeinwirkung nicht in Betracht kommende Einrichtungen des Körpers vermittelt würde. Die Gefahr der Unterkühlung droht unserem Körper durch übermäßige Ausstrahlung des Körpers, wenn er sich in kalter Umgebung befindet, und durch direkten Wärmeaustausch mit der kalten Umgebung, als welche für gewöhnlich die bewegte Luft in Betracht kommt. Gilt es, den überhitzten Körper abzu-

kühlen, so reicht dazu nur bei nicht zu hoher Außentemperatur und bewegter Luft die Erhöhung der Hauttemperatur aus, welche durch vermehrte Blutdurchströmung bewirkt wird und zur Folge hat, daß die Differenz zwischen Haut- und Umgebungstemperatur wächst. Dieser Differenz proportional wächst auch die Wärmeabgabe des Körpers durch Strahlung und Leitung. Selbstverständlich ist die Wirkung dieses Entwärmungsmittels beschränkt, die Hauttemperatur kann nie über die des Körperinnern gesteigert werden und daher wird bei hoher Sommertemperatur die für Strahlung und Leitung zur Verfügung stehende Temperaturdifferenz nur gering sein. Man kann freilich ihre Ausnutzung erheblich steigern, wenn man die Zahl der Kleidungsschichten vermindert, hat doch Rumpell[1]) nachgewiesen, daß durch die bei uns übliche Kleidung die Wärmeabgabe der Haut auf etwa ein Drittel herabgesetzt wird. Da nun die Steigerung der Wärmeproduktion bei Muskeltätigkeit etwa das Drei- bis Vierfache des Wertes in der Ruhe beträgt (Arbeiten von Katzenstein, Schumburg und Zuntz), würde die Entfernung der Kleidung bei normaler Marschleistung und ähnlichen Arbeiten annähernd ausreichen, um eine Überhitzung des Körpers zu verhüten. Praktisch aber kommt dies Mittel nicht in Betracht, am wenigsten beim Soldaten, weil er seine ganze Ausrüstung stets mit sich zu tragen hat, also auch beim Marschieren so bekleidet sein muß, wie es der Schutz gegen Unterkühlung bei Ruhe erheischt. Er muß auch auf plötzliche Temperaturabfälle gerüstet sein, es darf daher auch im Hochsommer die Wärmehaltungsfähigkeit der Kleidung nur wenig vermindert werden.

Umsomehr wird darauf zu achten sein, das andere Mittel der Abkühlung, welches uns neben Leitung und Strahlung noch zur Verfügung steht, die Wasserverdunstung, möglichst ausgiebig der Wärmeregulation des Soldaten dienstbar zu machen. Nur auf diesem Wege ist es möglich, den vorher berührten Gegensatz, in welchem die Anforderungen an die Kleidung stehen, zu versöhnen.

---

[1]) Rumpell, „Über den Wert der Bekleidung und ihre Rolle bei der Wärmeregulation". Archiv f. Hygiene, Bd. 9, 89, 51.

Es erscheint von vornherein möglich, die Kleidung so einzurichten, daß sie die Wärmeverluste durch Strahlung und Leitung stark beschränkt und daß sie doch eine ausgiebige Wasserverdunstung von der Haut ermöglicht. Da diese Wasserverdunstung bedingt ist durch die Menge des von den Schweißdrüsen gelieferten Sekretes, so bedeutet die ausgiebige Verdunstungsmöglichkeit während der Arbeit keine Gefahr zu starker Abkühlung auf diesem Wege.

Haben wir so gesehen, wie wichtig die Wasserverdunstung ist, so müssen wir uns sagen, daß wir sie nicht hindern, sondern befördern müssen, wenn anders wir einer Überhitzung des Körpers und den daraus entstehenden schweren, das Leben bedrohenden Folgeerscheinungen vorbeugen wollen. Wo soll nun diese Wasserverdunstung vor sich gehen, damit sie dem Körper zu gute kommt? Selbstverständlich müssen wir darauf bedacht sein, sie möglichst nahe an die Körperoberfläche zu verlegen, da sonst bei einer Verdunstung an der Außenfläche der Kleidung zwar auch eine kühle Region entstehen würde, diese aber nur wenig dem Körper zu gute käme. Ja noch mehr, eine Durchnässung der äußeren Kleidung mit Schweiß wird wie jede andere nasse Bekleidung wirken und nach der Beendigung der Arbeit eine nachträgliche Erkältung zur Folge haben.

Wir müssen also von jeder Unterkleidung, soll sie rationell sein, verlangen, daß sie die Schweißverdunstung möglichst nahe der Haut ermöglicht und die Durchnässung der übrigen Kleidung nach Möglichkeit verhindert oder wenigstens, da sich dies nicht vollständig wird bewerkstelligen lassen, einschränkt.

Aus diesen Gesichtspunkten heraus ließ Herr Professor Zuntz eine neue Art der Unterkleidung herstellen, die diesen Bedingungen nach Möglichkeit Rechnung tragen soll.

Sie besteht aus 2 glatt gewebten lockeren Lagen, nämlich einer der Haut anliegenden hygroskopischen und einer äußeren, die imprägniert ist. In unserem Falle bestand der hygroskopische Teil des Gewebes aus Baumwolle, der imprägnierte aus Wolle. Der sezernierte Schweiß soll hierbei von dem schnellen Vordringen in die Außenkleidung abgehalten werden und

soll wegen des ungehinderten Luftzuges durch die imprägnierte Schicht möglichst auf der Haut selbst zur Verdunstung kommen. Andererseits vermag nach der Arbeit das imprägnierte Gewebe durch die Verlangsamung und Gleichmäßigkeit der Verdunstung den Körper vor einer plötzlichen Unterkühlung zu schützen. Speziell soll es verhüten, daß, wenn die Außenkleidung, sei es durch übermäßiges Schwitzen, sei es durch Regen durchnäßt ist, die Nässe dann umgekehrt bis zur Haut vordringt und durch ihre Verdunstung hier übermäßige Abkühlung bewirkt.

Daß aber eine feuchte Bekleidung die Wärmeabgabe steigert, hat Rubner[2]) nachgewiesen. Er gibt folgende Tabelle: Setzt man die Wärmeabgabe des unbekleideten Armes = 100, so ist die Wärmeabgabe

	bei trockener Bekleidung	bei feuchter Bekleidung
Wollflanell	80,8 %	131,7 %
Wollentrikot	79,8 -	124,0 -
Seidentrikot	83,0 -	134,7 -
Baumwollentrikot	83,0 -	144,4 -
Glatte Baumwolle	83,3 -	157,0 -

Diese Zahlen zeigen zur Genüge, welcher Unterschied in der Wärmeabgabe zwischen trockener und feuchter Bekleidung besteht.

Ob die neue Unterkleidung diese theoretisch abstrahierten Vorteile auch in Wirklichkeit besitzt und ob sie den Anforderungen, die wir an eine rationelle Kleidung stellen, entspricht, werden wir im folgenden speziellen Teil näher betrachten.

Die meisten Autoren, die sich mit dem umfangreichen Gebiete der Untersuchung von Unterkleidung beschäftigt haben, begnügen sich damit, bestimmte absolute Werte einzelner Eigenschaften von Unterkleidern oder auch nur Unterkleidungsstoffen festzustellen. Die Rolle der Kleidung für das Wohlergehen des Menschen ist, obschon von größter Bedeutung, erst spät Gegenstand wissenschaftlicher Beachtung geworden.

---

[2]) Rubner, Kalorimetrische Versuche am menschlichen Arme bei nasser Kleidung. Archiv f. Hygiene 1895, Bd. 25.

Mit als einer der ersten hat v. Pettenkofer[3]) in seiner im Jahre 1865 erschienenen Arbeit: „Über die Funktion der Kleider" auf die Wichtigkeit der Inangriffnahme dieses Themas hingewiesen. Er faßte die Kleidung als ein Wärmeschutzmittel auf und lenkte die Aufmerksamkeit auf die Bearbeitung der physikalischen Eigenschaften der Kleidungsstoffe, um allmählich ein Verständnis für die Verschiedenartigkeit der Bekleidung anzubahnen. Er machte auf die Wärmeleitungsfähigkeit der Kleidung, auf ihre Durchgängigkeit für Luft, das Wärmestrahlungsvermögen und auf den wechselnden Wassergehalt der Stoffe aufmerksam und beteiligte sich direkt an der experimentellen Lösung dieser Fragen.

In sehr verdienstvoller Weise hat dann Krieger[4]) das Wärmeleitungsvermögen, Strahlungsvermögen, die Wärmeabsorptionskraft studiert, Klas Linroth[5]) die Beziehungen der Kleidung zu Feuchtigkeit und Wasser weiter bearbeitet und Bruno Müller[6]) die Beziehungen der Gesamtkleidung zur Feuchtigkeit verfolgt.

So sind denn in der Tat eine Reihe wichtiger physikalischer Eigenschaften der Kleidung näher erkannt worden. Derjenige aber, der nicht nur theoretisch sich mit der Bekleidungsfrage beschäftigt hat, sondern der die durch Laboratoriumsversuche gewonnenen Resultate in die Praxis übersetzte, ist Rubner. Zunächst veröffentlichte Schierbeck praktische Beobachtungen über die Luftbarkeit der Kleidung[7]). Dann wies Rubner den Einfluß der Feuchtigkeit auf das Wärmeleitungsvermögen[8]), den Einfluß der Kleidung auf die Wärmeabgabe durch Zunahme des hygroskopischen Wassers[9]),

---

[3]) Pettenkofer, „Über die Funktion der Kleider", Zeitschrift für Biologie, Bd. I, 1865.

[4]) Krieger, „Untersuchungen und Beobachtungen über die Entstehung von entzündlichen und fieberhaften Krankheiten", Zeitschrift für Biologie Bd. V, 1869.

[5]) Klas Linroth, „Einige Versuche über das Verhalten des Wassers in unseren Kleidern", Zeitschrift für Biologie, Bd. XVII, 1881.

[6]) Bruno Müller, „Über die Beziehung des Wassers zur Militärkleidung."

[7]) N. P. Schierbeck, „Eine Methode zur Bestimmung der Ventilation durch eine Kleidung". Arch. f. H. 1893, Bd. 16.

[8]) Einfluß der Feuchtigkeit auf das Wärmeleitungsvermögen der Kleidungsstoffe. Arch. f. Hyg. 1895, Bd. 25, S. 29.

[9]) Ibidem S. 38.

den Einfluß des zwischengelagerten Wassers auf den Wärmedurchgang[10]) nach. Ferner beschäftigte er sich mit den äußeren Bedingungen der Wärmeabgabe von feuchten Kleidungsstoffen[11]), er untersuchte hierbei die Wärmestrahlung, die Verdunstung, die Verteilung der Feuchtigkeit in der Kleidung. Er untersuchte ferner experimentell die modernen Bekleidungsformen[12]) und ihren wärmeregulatorischen Einfluß bei der Arbeit. Es gelang ihm, durch seine Arbeiten neue Anregungen für die Hygiene der Bekleidung und eine sichere Basis zur Beurteilung der Handelsgewebe zu geben.

Wir haben nun bei einem neuen, oben angegebenen Gewebe einmal die verschiedenen physikalischen Eigenschaften festgestellt, andrerseits mittels direkter Versuche am Menschen unter praktischen Arbeitsbedingungen zu eruieren versucht, ob die von dem Versuchsstoffe erwarteten Einflüsse auf die Wärmeregulation praktisch zum Ausdruck kommen.

Die üblichen physikalischen Untersuchungen des Stoffes führte ich unter Leitung von Herrn Stabsarzt Dr. Bischoff aus.

Zunächst fragt es sich, wie dick der Stoff ist. Diese Bestimmungen wurden unter Benutzung des Rubnerschen Sphärometers ausgeführt und ergaben im Durchschnitt eine Dicke von 0,683 mm. Vergleichen wir dies mit der von Rubner festgestellten Dicke anderer Unterkleidungsstoffe, so entspricht sie der Dicke der Trikotstoffe, die Rubner als 0,6—1,2 mm angibt.

Ein besonders wichtiger Faktor für einen Stoff ist sein Porenvolumen, das aus der Dicke, dem Flächengewicht und dem spezifischen Gewicht des lufttrocknen Stoffes = 1,3 leicht zu berechnen ist. Wir fanden für unseren Stoff ein Porenvolum von 82 %. Rubner gibt das Porenvolumen für einzelne Stoffe an und zwar für

Flanellstoffe	90 %
Trikotstoffe	73—83 -
glatte Baumwolle . .	52 -

[10]) Ibidem S. 46.

[11]) Die äußeren Bedingungen der Wärmeabgabe von feuchten Kleidungsstoffen, ibidem S. 70.

[12]) Experimentelle Untersuchungen über die modernen Bekleidungssysteme, Arch. f. H. 1897, Bd. 29 und 31.

Demnach hätte der Versuchsstoff ein geringeres Porenvolum als die Flanellstoffe, ein erheblich größeres als die zu Unterkleidern benutzten glatten Baumwollstoffe und sogar ein etwas größeres als die meisten Trikotstoffe.

Wir dürfen also im Vergleich zu den sonst für Unterkleidung in Betracht kommenden Geweben die Lufthaltigkeit des Versuchsstoffes als eine für Wärmehaltung und Ventilation der Haut sehr günstige bezeichnen, gegenüber den Trikotstoffen dürfte die größere Festigkeit des Gewebes vorteilhaft sein.

Von jedem Stoffe verlangen wir, daß er einen gewissen Grad der Weichheit und Elastizität besitze. Auch diese Eigenschaften wurden mit dem Rubnerschen Sphärometer geprüft und ergaben folgende Resultate für die Abnahme der Dicke unter wechselndem Druck, wobei wir die Dicke des unbelasteten trocknen Stoffes = 100 setzten.

	Versuchsstoff trocken	Versuchsstoff feucht	Lahmann trocken
Unbelastet	100	99	100
Bei einem Druck von 68 g pro 0,64 cm²	77	75	70
Nach Entfernung dieses Druckes . . .	94	87	92
Bei einem Druck von 136 g pro 0,64 cm²	71	69	64
Nach Entfernung dieses Druckes . . .	92	83	87

Der Stoff zeigt vermöge seiner Webeart eine geringere Komprimierbarkeit als Lahmannstoff, aber eine vollkommenere Elastizität, insofern er nach Entfernung der Belastung eine der ursprünglichen näherkommende Dicke wieder erreicht.

Auch die Bestimmung der Permeabilität wurde nach dem Vorgange von Rubner mittels einer Gasuhr und des Recknagelschen Differentialmanometers ausgeführt.

Zur Regulation des Druckes wurde nach Rubners Vorschrift eine dreifach tubulierte Woulffsche Flasche zwischen Gasuhr und Saugpumpe eingeschaltet. Rubner hat für verschiedene Bekleidungsstoffe den Permeabilitätskoeffizienten, d. h. die Sekundenzahl, in welcher durch 1 cm² Fläche, 1 cm Dicke bei einem Drucke von 0,42 mm Wasser 1 cm³ Luft hindurchgeht, bestimmt und gefunden für

Baumwollstoff, dicht . . .	76,3
Waffenrock	18,8

Militärhosenstoff	15,7
Mantel, grau	9,7
Wolltrikot	5,7
Loden	2,8
Baumwolltrikot	1,1
Vodels Gewebe	0,3

Unser Versuchsstoff ergab bei gleicher Versuchsanordnung einen Permeabilitätskoeffizienten = 2,01. Er steht daher in Bezug auf Luftdurchlässigkeit zwischen Baumwolltrikot und Wolltrikot.

Da es nun gerade bei einer der Durchnässung durch Schweiß ausgesetzten Unterkleidung von größter Wichtigkeit ist, wie sich der feuchte Stoff in Bezug auf Luftdurchgängigkeit verhält, so wurde auch dies untersucht. Zu diesem Zwecke wurde der Stoff mit einem nassen Schwamm zwei Minuten lang angefeuchtet und 2,05 als der Permeabilitätskoeffizient für diesen Fall gefunden, ein Zeichen, daß auch ein mäßig feuchter Zustand des Stoffes die Luftdurchlässigkeit kaum beeinträchtigt.

Weiter wurde die Durchlässigkeit des Stoffes für Wasser untersucht. Die Versuchsanordnung war zu diesem Zwecke folgende: Auf eine Glasscheibe wurde Fließpapier in mehreren Schichten gelegt, das vom Rande her stets feucht gehalten wurde, sodaß es überall gleichmäßig durchnäßt war. Auf diese Weise entsprach es der feuchten Haut. Auf dieses brachten wir gleichzeitig ein 36 cm^2 großes Stück von Versuchsstoff und ein ebensogroßes Stück aus Nesselgewebe, um zum Vergleich ein Versuchsobjekt zu haben, das dem Versuchsstoff an Dicke ungefähr entsprach. Auf dieses Unterzeug legten wir je ein 25 cm^2 großes Stück eines Kleiderstoffes und beschwerten es mit je einem bei beiden gleichen Drahtgeflecht. Nach 1 bezw. 2 Stunden wurden dann die Kleiderstoffe schnell in ein Wägeglas mit eingeschliffenem Deckel gelegt und gewogen. Aus der Differenz der Wägungen vor und nach dem Versuche ließ sich dann die Gewichtszunahme und somit die Wasserdurchlässigkeit der Stoffe finden. Die Resultate waren folgende:

Gewicht der Gefäße:

Gefäß I = 58,981 g
- II = 56,6704 -

Versuch I:

Dauer des Versuches = 1 Stunde.

a) Tuch liegt auf Nesselgewebe.

Gefäß I + Tuch vor dem Versuche	= 60,0287 g
Gefäß I + Tuch nach dem Versuche	= 60,0628 g
Gewicht des Tuches vor dem Versuche	= 1,0477 g
Gewichtszunahme des Tuches	= 0,0341 g
- - - in %	= 3,25 %.

Das Nesselgewebe ist ganz naß, die Feuchtigkeit ist sichtbar.

b) Tuch liegt auf Versuchsstoff.

Gefäß II + Tuch vor dem Versuche	= 57,732 g
Gefäß II + Tuch nach dem Versuche	= 57,7635 g
Gewicht des Tuches vor dem Versuche	= 1,0616 g
Gewichtszunahme des Tuches	= 0,0315 g
- - - in %	= 2,96 %.

Der Versuchsstoff sieht trocken aus und fühlt sich wenig feucht an.

Versuch II.

Dauer des Versuches = 2 Stunden.

a) Tuch liegt auf Nesselgewebe.

Gefäß I + Tuch vor dem Versuche	= 60,0898 g
Gefäß I + Tuch nach dem Versuche	= 60,1455 g
Gewicht des Tuches vor dem Versuche	= 1,1088 g
Gewichtszunahme des Tuches	= 0,0557 g
- - - in %	= 5,02 %.

Das Nesselgewebe sieht naß aus.

b) Tuch liegt auf Versuchsstoff.

Gefäß II + Tuch vor dem Versuche	= 57,8400 g
Gefäß II + Tuch nach dem Versuche	= 57,8870 g
Gewicht des Tuches vor dem Versuche	= 1,1696 g
Gewichtszunahme des Tuches	= 0,0470 g
- - - in %	= 4,01 %.

Der Versuchsstoff sieht trocken aus und fühlt sich wenig feucht an.

Die zweite Reihe der Versuche wurde an einem anderen Tage angestellt und es ergaben sich hierbei folgende Resultate.

Gewicht der Gefäße:

Gefäß I = 58,9808 g
Gefäß II = 56,6705 g

Versuch III.

Dauer des Versuches = 1 Stunde.

a) Tuch liegt auf Nesselgewebe.

Gefäß I + Tuch vor dem Versuche = 60,1175 g
Gefäß I + Tuch nach dem Versuche = 60,175 g
Gewicht des Tuches vor dem Versuche = 1,1367 g
Gewichtszunahme des Tuches = 0,0575 g
- - - in % = 5,05 %.

Das Nesselgewebe fühlt sich naß an.

b) Tuch liegt auf Versuchsstoff.

Gefäß II + Tuch vor dem Versuche = 57,7287 g
Gefäß II + Tuch nach dem Versuche = 57,7683 g
Gewicht des Tuches vor dem Versuche = 1,0582 g
Gewichtszunahme des Tuches = 0,0396 g
- - - in % = 3,74 %.

Der Versuchsstoff fühlt sich fast trocken an.

Versuch IV:

Dauer des Versuches = 2 Stunden.

a) Tuch liegt auf Nesselgewebe.

Gefäß I + Tuch vor dem Versuche = 60,1995 g
Gefäß I + Tuch nach dem Versuche = 60,2856 g
Gewicht des Tuches vor dem Versuche = 1,2187 g
Gewichtszunahme des Tuches = 0,0861 g
- - - in % = 7,06 %.

Das Nesselgewebe sieht naß aus.

b) Tuch liegt auf Versuchsstoff.

Gefäß II + Tuch vor dem Versuche = 57,926 g
Gefäß II + Tuch nach dem Versuche = 57,9767 g
Gewicht des Tuches vor dem Versuche = 1,2555 g
Gewichtszunahme des Tuches = 0,0507 g
- - - in % = 4,03 %.

Der Versuchsstoff fühlt sich etwas feucht an.

Aus diesen Versuchen geht zur Genüge hervor, daß der Versuchsstoff weniger Wasser durchtreten läßt als das Nesselgewebe.

Schließlich wurden noch folgende Versuche angestellt, welche die Verhältnisse der Wärmeleitung, der Kleiderventilation und der Wasserverdunstung, wie sie in der Praxis vorkommen, einer möglichst genauen Messung zugängig machen sollten. Die Leitfähigkeit für Wärme und die Durchlässigkeit der Unterkleider für Luft einerseits, ihre Benetzbarkeit und Wasserdurchlässigkeit andererseits bedingen ihren Einfluß auf die Wärmeabgabe des Körpers. Um diesen Einfluß unter Bedingungen, welche den natürlichen Verhältnissen so nahe wie möglich kommen, zu prüfen, bedienten wir uns der von Krieger angegebenen Versuchsanordnung, welche wir für unsere Zwecke etwas modifizierten.

Rubner sagt zwar: „Es haben alle Experimente, die man durch Bedeckung des Kriegerschen Zylinders mit nassen Stoffen durchgeführt hat, abgesehen von den methodischen Fehlern, keine weitere Bedeutung hinsichtlich der Beurteilung spezifischer Eigentümlichkeiten der Kleidungsstoffe.“ Dennoch glauben wir im folgenden zeigen zu können, daß dies absprechende Urteil für die von uns modifizierte Versuchsanordnung nicht zutrifft.

Zunächst benutzten wir die Zylinder in toto als Thermometer. Wir füllten dieselben mit Alkohol und verschlossen sie mit einem Gummistopfen, durch den ein Glasrohr ging, dessen unterer Rand mit dem unteren Rande des Stopfens abschnitt, um die im Zylinder etwa noch befindliche Luft beim Erwärmen entweichen lassen zu können. Der Zylinder wurde alsdann im Wasserbade auf 33° erwärmt und die Höhe, die der Alkohol hierbei im Glasrohr erreichte, mit einer Marke versehen. Auf dieselbe Weise wurden am Steigrohr die Temperaturen bis 41° vermerkt.

Schon beim Eichen ließ sich die Luft im Zylinder wegen des horizontalen Deckels schwer beseitigen. Blieb aber der Zylinder längere Zeit stehen und kühlte sich der Alkohol hierbei auf Zimmertemperatur ab, so drang durch das Steigrohr von neuem Luft in den Zylinder ein, die dann wegen der schon erwähnten Schwierigkeit,

sie zu entfernen, zu Ungenauigkeiten und Schwierigkeiten bei der Eichung Veranlassung gab.

Infolge dieser Momente wurden nunmehr neue Zylinder konstruiert, die oben konisch zuliefen; auf diese Weise bot dann die Entfernung der Luft keine Schwierigkeit mehr.

Die Zylinder wurden dann je nach dem Zweck des Versuches bekleidet, worauf wir im einzelnen später noch eingehen werden, und auf einer durch eine Dynamomaschine in Rotation zu versetzenden Scheibe befestigt. Die Rotation sollte beweisen, daß die Zylinder einer gleichmäßigen Luftbewegung ausgesetzt wurden, die aus der Zahl der Umdrehungen und somit aus der Länge des zurückgelegten Weges leicht zu ermitteln war.

Außerdem wurden noch Versuche bei Windstille angestellt und die Zylinder hierbei möglichst gleichen Bedingungen ausgesetzt, wobei es jedoch, wie bei früheren derartigen Versuchen, keineswegs darauf ankam, daß sie sich in einer absolut ruhigen Umgebung befanden, da dies ja der Wirklichkeit kaum entsprochen haben würde.

Wir benutzen vielmehr immer gleichzeitig zwei Zylinder, so daß wenn etwa ein störendes Moment eintrat, dies beide Zylinder traf, und so die Fehler, wenigstens für die Vergleichung dieser gleichzeitig beobachteten Thermometer mit einander eliminiert wurden.

Bei allen diesen Versuchen wurde außerdem noch aus der Differenz eines trocknen und eines feuchten Thermometers, die ebenfalls auf der Scheibe befestigt waren, die relative Feuchtigkeit bestimmt.

Die spezielle Versuchsanordnung war folgende. Die Zylinder wurden im Wasserbade erwärmt und dann schnell bekleidet, und zwar Zylinder I. abwechselnd mit einem Hemde aus Kaliko, Baumwolltrikot und Lahmannstoff, Zylinder II mit einem Hemde aus Versuchsstoff. Über die Hemden wurde dann ein Tuchüberzug gezogen, der, um der Wirklichkeit möglichst nahe zu kommen, vorher naß gemacht und mäßig ausgerungen war. Diese Versuche wurden teils in Bewegung, teils in der Ruhe gemacht (und lieferten folgende Resultate).

Leider konnten mit den Kriegerschen Zylindern keine Versuche angestellt werden, aus denen man hätte ersehen können, wie sich die Unterkleidung während

der Arbeit in Bezug auf die Wärmeabgabe verhält, hierzu dienten die später noch zu erwähnenden praktischen Versuche am Menschen, vielmehr handelt es sich bei den Versuchen um die Wärmehaltung nach der Arbeit.

Bei der 1. Reihe der Versuche nun handelte es sich darum, experimentell festzustellen, wie sich die Unterkleidung verhält, wenn bei einem Menschen die Oberkleidung nach starker körperlicher Anstrengung durchnäßt ist, und er nun nach dieser Anstrengung sich etwas bewegt oder sich in einer Umgebung befindet, die nicht völlig windstill ist..

Die Resultate dieser Versuche waren:

Art der Bekleidung	Zylinder I Kaliko + feuchter Tuchbezug	Zylinder II Versuchsstoff + feuchter Tuchbezug
Anfangstemperatur	41,0	41,1
Endtemperatur	32,5	34,6
Temperaturdifferenz	8,5	6,5
Dauer des Versuches in Minuten	8	8
Temperaturabnahme pro Minute	1,06	0,81
Anzahl der Umdrehungen	196	196
Weg pro Minute in m	431,2	431,2
Windgeschwindigkeit pro Sekunde in m	7,187	7,187
Temperatur am trocknen Therm.	17,6	
Temperatur am feuchten Therm.	12,0	

Art der Bekleidung	Zylinder I Baumwolltrikot + feuchter Tuchbezug	Zylinder II Versuchsstoff + feuchter Tuchbezug
Anfangstemperatur	40,2	40,1
Endtemperatur	33,1	35,0
Temperaturdifferenz	7,1	5,1
Dauer des Versuches in Minnten	8	8
Temperaturabnahme pro Minute	0,88	0,64
Anzahl der Umdrehungen	196	196
Weg pro Minute in m	431,2	431,2
Windgeschwindigkeit pro Sekunde in m	7,187	7,187
Temperatur am trocknen Therm.	17,6	
Temperatur am feuchten Therm.	12,3	

Art der Bekleidung	Zylinder I Lahmannstoff + feuchter Tuchbezug	Zylinder II Versuchsstoff + feuchter Tuchbezug
Anfangstemperatur	40,5	40,8
Endtemperatur	33,4	35,4
Temperaturdifferenz	7,1	5,4
Dauer des Versuches in Minuten . .	9	9
Temperaturabnahme pro Minute . .	0,78	0,6
Anzahl der Umdrehungen	196	196
Weg pro Minute in m	431,2	431,2
Windgeschwindigkeit pro Sekunde in m	7,187	7,187
Temperatur am trocknen Therm. . .	17,3	
Temperatur am feuchten Therm. . .	12,1	

Während die bisher angeführten Versuche bei rotierenden Zylindern angestellt wurden, also etwa den Bedingungen der Rast im Freien bei bewegter Luft entsprechen, wurden die folgenden bei ruhenden Zylindern vorgenommen, was also dem entsprechen würde, daß sich ein Mensch nach anstrengender Arbeit, nachdem die Oberkleidung durchnäßt ist, im Zimmer völliger Ruhe hingibt.

Die Resultate dieser Versuche sind in den nachstehenden Tabellen (S. 19) wiedergegeben.

Diese Versuche und ihre Resultate zeigen also, daß der Verlust an Wärme unter dem Versuchsstoff ein geringerer ist, als unter den übrigen Stoffen. Nur bei dem Lahmannstoff ist die Differenz bei Windstille keine in die Augen springende, was sich auch aus der größeren Dicke dieser Art der Unterkleidung hinreichend erklären läßt.

Jedenfalls zeigen diese Versuche, daß einer der Vorzüge, welche dem Versuchsstoff auf Grund theoretischer Erwägungen zugeschrieben wurden, sich exakt zahlenmäßig nachweisen läßt. Er beschränkt die Abkühlung des Körpers bei durchnäßten Oberkleidern und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese Wirkung auf der Unbenetzbarkeit der Außenschicht des Unterzeuges beruht. Diese Unbenetzbarkeit hindert das Vordringen des in den Oberkleidern befindlichen Wassers bis zur Haut bezw. bis zum Metallzylinder und läßt darum die Verdunstung mehr in den vom Körper entfernten äußeren Schichten vor sich gehen.

Art der Bekleidung	Zylinder I Kaliko + feuchter Tuchbezug	Zylinder II Versuchsstoff + feuchter Tuchbezug
Anfangstemperatur	39,9	40,0
Endtemperatur	33,0	34,2
Temperaturdifferenz	6,9	5,8
Zeitdauer des Versuches in Minuten .	16	16
Temperaturabnahme pro Minute . .	0,43	0,36
Temperatur am trocknen Therm. . .	18,2	
Temperatur am feuchten Therm. . .	14,4	

Art der Bekleidung	Zylinder I Baumwolltrikot + feuchter Tuchbezug	Zylinder II Versuchsstoff + feuchter Tuchbezug
Anfangstemperatur	40,8	40,8
Endtemperatur	33,0	34,2
Temperaturdifferenz	7,8	6,6
Zeitdauer des Versuches in Minuten .	23	23
Temperaturabnahme pro Minute . .	0,34	0,28
Temperatur am trocknen Therm. . .	18,2	
Temperatur am feuchten Therm. . .	14,2	

Art der Bekleidung	Zylinder I Lahmannstoff + feuchter Tuchbezug	Zylinder II Versuchsstoff + feuchter Tuchbezug
Anfangstemperatur	40,0	40,1
Endtemperatur	32,9	33,2
Temperaturdifferenz	7,1	6,9
Zeitdauer des Versuches in Minuten .	22	22
Temperaturabnahme pro Minute . .	0,32	0,31
Temperatur am trocknen Therm. . .	18,2	
Temperatur am feuchten Therm. . .	14,5	

Die in diesen Versuchen sich zeigende Schutzwirkung des in seiner äußeren Schicht imprägnierten Unterzeuges muß sich sowohl nach körperlichen Anstrengungen, welche zum Durchschwitzen der Kleider geführt haben, geltend machen, als auch wenn die Oberkleidung in der Ruhe durch von außen einwirkende Feuchtigkeit durchnäßt ist.

Jeder, der eine Nacht im Freien zugebracht hat, weiß, daß morgens die Kleidung klamm ist und daß man sich des Gefühls des Unbehagens und der Kälte kaum erwehren kann. Der Infanterist, der auf dem Marsche bald wieder warm wird, empfindet dies nicht in dem Maße wie der Reiter, namentlich wenn dieser gezwungen ist, im Schritt zu reiten. Hauptsächlich klagen hierüber die berittenen Offiziere der Fußtruppen, die langsam neben ihrer Truppe herreiten müssen. Für diese also würde namentlich diese Art der Unterkleidung von großem Vorteil sein, da, wie ja die Versuche lehren, bei einer feuchten Kleidung der Wärmeverlust unter dem Versuchsstoff ein geringerer wie unter anderen Bekleidungsarten ist.

Außer diesen Versuchen wurden noch folgende angestellt: Wir bekleideten den Zylinder mit einem 8fachen Überzug von Verbandgaze und erwärmten ihn mit diesem im Wasserbade. Über diese Schicht, die die feuchte Haut vorstellen sollte, wurden dann bei der einen Versuchsreihe trockne, bei der anderen feuchte Hemden- und Tuchstoffe gezogen. Bei diesen Versuchen traten jedoch keine wesentlichen Wirkungen der verschiedenen Unterzeuge zu Tage, sodaß wir sie bei der Frage, welcher Stoff zur Verwendung für Unterkleider vorteilhafter sei, unberücksichtigt lassen müssen.

Ebenso wichtig wie die durch vorstehende Laboratoriumsversuche erzielten Resultate sind aber für eine Beurteilung des praktischen Wertes verschiedener Bekleidungsarten Methoden, bei denen eine Anzahl von Menschen gleichen Anstrengungen ausgesetzt werden, und wobei man dann den Einfluß der Kleidung auf den Organismus erkennen kann.

Aus dieser Anschauung heraus wurden denn auch hinsichtlich des Versuchsstoffes die Versuche unter Leitung von Herrn Professor Dr. Zuntz und Herrn Stabsarzt Dr. Bischoff gelegentlich eines Reitkurses angestellt.

Es meldeten sich zu diesen Versuchen freiwillig 8 Herren von der Kaiser Wilhelms-Akademie, von denen jedoch die Mehrzahl teils durch Krankheit an der Fortsetzung des Reitens verhindert wurde, teils aus anderen Gründen mehrere Stunden ausfallen lassen mußte, so-

daß ihre Angaben nicht zusammenhängend und nicht zahlreich genug waren. Hierzu kommt, daß ein häufigerer Wechsel mit den Pferden stattfand, sodaß ein Vergleich mit anderen, die fast immer dieselben Tiere ritten, erschwert war. Brachte doch ein jeder Wechsel physische und psychische Erregungen mit sich, die, wenn sie auch dem Reiter nicht einmal deutlich zur Erkenntnis kamen, doch von ausschlaggebender Bedeutung sich erwiesen. Ich möchte hier durch ein Beispiel diesen Vorgang erläutern. Herr E. hatte während der sonstigen Reitstunden im Durchschnitt eine Schweißsekretion von 350 g gehabt, am 19. März ritt er nun zur Abwechslung ein anderes Pferd, das sehr stark warf, und sofort stieg die Schweißsekretion auf 620 g. Die Versuche wurden derartig angestellt, daß die Herren einen Tag um den anderen ihre gewohnte und die zum Versuche vorliegende Unterkleidung trugen. Vor und nach dem Reiten wurde das Körpergewicht in bekleidetem und nacktem Zustande, das Gewicht des Hemdes und die Körpertemperatur gemessen. Außerdem kamen noch die Temperaturen des Reitsaales am trocknen und am feuchten Thermometer, die Arbeitsleistung und besondere Anstrengungen der einzelnen, mochten sie vor oder während des Reitens stattgefunden haben, zur Beobachtung und schließlich wurden noch die nötigen Erkundigungen über das subjektive Befinden nach dem Reiten eingezogen.

Aus diesen Daten hoffte man die wesentlichsten Differenzen bei den verschiedenen Arten der Unterkleidungsstoffe bei gleichen oder wenigstens annähernd gleichen äußeren Bedingungen ausfindig machen zu können.

Wie bekannt, geht eine jede Muskelanstrengung mit einer Steigerung der Oxydationsprozesse einher, welche zu einer entsprechend vermehrten Wärmeproduktion führt. Wenn die Wärmeabgabe mit dieser gesteigerten Wärmeproduktion nicht gleichen Schritt hält, kommt es zu einer Erhöhung der Körpertemperatur, welche in mäßigen Grenzen bei jeder stärkeren Arbeit beobachtet wird, welche aber bei erschwerter Abgabe bis zu den höchsten Fiebertemperaturen ansteigen kann und dann schwere Gesundheitsstörungen unter dem bekannten Bilde des Hitzschlages, ja den Tod herbeizuführen vermag.

Können wir nun diese Temperaturerhöhung derartig durch die Unterkleidung beeinflussen, daß sie eine geringere wird, so werden wir den Körper vor unnötigen Schädigungen schützen. Wir würden also durch zweckentsprechende Unterkleidung den arbeitenden Menschen fähig machen, größere Anstrengungen zu ertragen, ohne ihn gleichzeitig den erwähnten Gefahren auszusetzen.

Dem in der Einleitung Gesagten zufolge können wir die Steigerung der Wärmeproduktion durch die Arbeit des Reitens annähernd schätzen, wenn wir den im Körper verbliebenen Teil der mehr erzeugten Wärmemenge aus der Steigerung der Körpertemperatur berechnen und außerdem die vermehrte Wärmeabgabe durch Strahlung und Verdunstung berücksichtigen.

Die Kalorienmenge, die nötig ist, um die Temperatur des menschlichen Körpers um 1^0 zu erhöhen, ist gleich dem Produkt aus dem Körpergewicht und der spezifischen Wärme des Körpers. Multiplizieren wir also das Körpergewicht mit der spezifischen Wärme des menschlichen Körpers = 0,83 und mit der Temperaturzunahme in der Arbeitszeit, so werden wir die Kalorienmenge annähernd bestimmt haben, die der Körper in seinem Innern aufgespeichert hat. Hierzu kommt noch die Wärmemenge, die der Körper während der Arbeit abgegeben hat. Von dieser können wir den durch Strahlung und Leitung an die Umgebung abgegebenen Anteil nicht genau bestimmen, wir dürfen aber annehmen, daß es keine erheblichen Schwankungen in der windgeschützten Reitbahn erfährt, so lange die Temperatur der Luft annähernd dieselbe bleibt. Die durch Verdunstung aber abgegebene Wärmemenge können wir dadurch bestimmen, daß wir den Gewichtsverlust des bekleideten Körpers, den wir auf verdampften Schweiß zurückzuführen haben, mit der Verdampfungswärme des Wassers, denn hieraus besteht ja der Schweiß hauptsächlich, = 0,5808 Kal. per Gramm multiplizieren.

Nun resultiert aber der Gewichtsverlust des arbeitenden Menschen nicht allein aus der Abgabe von Wasser, sondern auch aus der von Kohlensäure. Wir werden diesem Umstande mit annähernder Genauigkeit Rechnung tragen, wenn wir von dem Gesamtverlust 20 g auf die Abgabe von Kohlensäure und den Rest auf Wasserabgabe beziehen.

Der Umstand, daß außer durch Schweißverdunstung auch durch die Sättigung der Atemluft mit Wasserdampf ein Gewichtsverlust zu stande kommt, beeinflußt unsere Schlußfolgerungen nicht, weil ja das von der Lungenoberfläche verdampfende Wasser dem Körper ebenso gut Wärme entzieht, wie das von der Hautoberfläche verdunstende.

Unsere Versuche geben nun diese Resultate, die wir in folgenden Tabellen vergleichsweise zusammenstellen wollen.

Tabelle I. Reiter I, bekleidet mit Lahmannhemd [1]).

Datum	Wärmeaufspeicherung im Körper Kal.	Wärmeabgabe durch Verdunstung Kal.	Gesamtwärmeüberschuß Kal.	Temperatur	
6. III.	0	197	197	—	—
8. III.	43	157	200	7,7	+ 0,1
11. III.	42	221	263	3,7	— 3,9
14. III.	43	206	249	4,3	— 3,3
17. III.	18	238	256	5,5	— 2,1
19. III.	28	290	318	10,75	+ 3,15
21. III.	60	244	304	13,0	+ 5,4
26. III.	46	197	243	8,05	+ 0,45
Summe	280	1750	2030	53,00	
Durchschnitt	35	219	254	7,6	

Es steht somit nach dieser Tabelle die Wärmeaufspeicherung im Körper zur Wärmeabgabe durch Verdunstung im Verhältnis von 1 : 6.

Dieselbe Versuchsperson, bekleidet mit einem Hemd aus Versuchsstoff, gibt Tabelle II:

(Siehe S. 24.)

Hiernach ist die Wärmeaufspeicherung im Körper im Verhältnis zur Wärmeabgabe durch Verdunsten eine kleinere, als wie bei der Bekleidung mit einem Lahmannhemd, nämlich 1 : 7.

Ist die Wärmeaufspeicherung beim Lahmannhemd aber eine größere, so muß die Temperaturzunahme des Körpers bei jenem ebenfalls eine größere sein als beim Versuchshemd.

[1]) Es fehlt hier die Ausrechnung für den 24. III., da an diesem Tage vermutlich ein Wägungsfehler vorliegt (siehe Anhang).

Tabelle II.

Datum	Wärmeaufspeicherung im Körper Kal.	Wärmeabgabe durch Verdunstung Kal.	Gesamtwärmeüberschuß Kal.	Temperatur	
5. III.	7	87	94	—	—
7. III.	14	58	72	7,35	+ 0,85
10. III.	21	174	195	3,65	— 2,85
13. III.	28	116	144	2,05	— 4,45
15. III.	29	174	203	5,6	— 0,9
18. III.	35	192	227	9,3	+ 2,8
20. III.	0	154	154	9,5	+ 3,0
25. III.	42	232	274	9,75	+ 3,25
29. III.	14	116	130	4,85	— 1,65
Summe	190	1303	1493	52,05	
Durchschnitt	21	145	166	6,5	

Eine Zusammenstellung der Erhöhungen der Eigenwärme bei den beiden Bekleidungsarten bestätigt dies. Wir erhalten im Durchschnitt beim Lahmannhemd eine Steigerung von 0,5°, beim Versuchshemd nur eine solche von 0,3°.

Soweit die Resultate zum Vergleich des Einflusses eines Lahmann- und eines Versuchshemdes.

Wie gestalten sich nun die Verhältnisse beim Leinenhemd. Hierüber gibt uns Reiter II Auskunft.

Tabelle III. Reiter II, bekleidet mit Leinenhemd.

Datum	Wärmeaufspeicherung im Körper Kal.	Wärmeabgabe durch Verdunstung Kal.	Gesamtwärmeüberschuß Kal.	Temperatur	
6. III.	12	110	122	—	—
8. III.	44	163	207	7,7	+ 1,1
11. III.	— 6	174	180	3,7	— 2,9
13. III.	19	81	100	2,05	— 4,55
15. III.	19	128	147	5,6	— 1,0
18. III.	25	122	147	9,3	+ 2,7
20. III.	19	87	106	9,5	+ 2,9
25. III.	12	58	70	9,75	+ 3,15
29. III.	44	52	96	4,85	— 1,75
Summe	188	975	1175	52,45	
Durchschnitt	21	108	130	6,6	

Beim Leinenhemd steht also die Wärmeaufspeicherung zur Wärmeabgabe im Verhältnis 1 : 5.

Tabelle IV. Reiter II, bekleidet mit Versuchshemd.

Datum	Wärmeaufspeicherung im Körper Kal.	Wärmeabgabe durch Verdunstung Kal.	Gesamtwärmeüberschuß Kal.	Temperatur	
5. III.	43	76	119	—	—
7. III.	13	113	126	7,35	0
10. III.	25	105	130	3,65	— 3,7
12. III.	50	52	102	5,1	— 2,25
14. III.	44	116	160	4,3	— 3,05
17. III.	28	87	115	5,5	— 1,85
19. III.	25	163	188	10,75	+ 3,4
21. III.	32	134	166	13,0	+ 5,65
24. III.	13	81	94	8,45	+ 1,1
26. III.	19	81	100	8,05	+ 0,7
Summe	292	1008	1300	66,15	
Durchschnitt	29	101	130	7,35	

Es stellt sich demnach das Verhältnis von Wärmeaufspeicherung und Wärmeabgabe gleich 1 : 4, also eine relativ stärkere Wärmeaufspeicherung als beim Leinenhemd.

Dasselbe lehrt auch die einfache Betrachtung der Temperatursteigerung bei den beiden Unterkleidungen, diese ist beim Leinenhemd = 0,4°, beim Versuchshemd = 0,5° im Durchschnitt.

Beim Vergleich von Leinen- und Versuchsstoff tritt also das umgekehrte Verhältnis auf, wie beim Lahmann- und Versuchsstoff. Dies wird uns bei der sehr viel größeren Dünne und Benetzbarkeit des Hemdes und seiner Eigenschaft, der Haut fest aufzuliegen, nicht wundernehmen.

Die Resultate, die wir bisher erhalten haben, sind jedoch noch nicht völlig maßgebend, da noch zwei Faktoren eingreifen, die die Erzeugung und die Abgabe von Wärme beeinflussen, die Unterschiede in der Arbeitsleistung und der Außentemperatur. Um diese Fehler möglichst zu vermeiden, rechneten wir den Gesamtwärmeüberschuß auf die Durchschnittstemperatur des Reitsaales um.

Wir gingen dabei von der Annahme aus, daß die Wasserverdunstung sich mit der Temperatur ändert, entsprechend den Befunden, welche Wolpert[13]) und Zuntz und Schumburg[14]) mitgeteilt haben. Wolpert benutzte den Rubnerschen Respirationsapparat und leistete in ihm gemessene Arbeit durch Drehung eines Ergostaten. Die Versuche sind unter Berücksichtigung aller in Betracht kommenden Faktoren selbst ausgeführt. Zuntz und Schumburg haben an praktischen Marschversuchen aus der Respiration ähnlich wie wir die Verdunstung berechnet. Die geringere Exaktheit des Einzelversuches dürfte einigermaßen dadurch ausgeglichen sein, daß an 5 Personen eine größere Zahl von Messungen gemacht wurden.

Wolpert fand bei 7,4° C. und 81 % mittlerer Feuchtigkeit 58 g Wasserverdunstung bei 15 000 mkg Arbeit pro Stunde, bei 12,7° C. und 84 % mittlerer Feuchtigkeit 70,8 g. Wir haben demgemäß für eine Temperaturzunahme von 5,3° eine Zunahme der Wasserverdampfung um 12,8 g, pro 1° C. 2,41 g Wasserverdampfung.

Da die Arbeit in unseren und den hier in Betracht kommenden Versuchen nicht vergleichbar ist, können wir die Wasserverdampfung als annähernd proportionales Maß dieser Arbeit ansehen und können sagen, daß bei einer Wasserverdampfung von 58 g entsprechend einer Wärmeabgabe von $58 \cdot 0{,}581 = 33{,}7$ Kal. die Wasserdampfabgabe pro 1° C. um 2,41 g wächst. Auf 100 Kal. haben wir demnach eine Zunahme der Verdampfung von $\frac{100 \cdot 2{,}41}{33{,}7} = 7{,}16$ g. Die entsprechende Rechnung aus den Versuchen von Zuntz und Schumburg lautet:

Auf 799 g bei 10° C. verdampfenden Wassers beträgt die Zunahme pro 1° C. Temperatursteigerung 38 g.

799 g Wasserverdampfung entsprechen 464 Kal., dementsprechend werden auf 100 Kal. $\frac{38 \cdot 100}{464} = 8{,}2$ g verdampfen.

---

[13]) Wolpert, „Über den Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf den Arbeitenden.“ Arch. f. Hyg. 1899, Bd. 36.

[14]) Zuntz und Schumburg, „Physiologie des Marsches“. Berlin 1901.

Wir rechnen mit dem Mittel dieser beiden Werte oder rund 7,5 Kal. auf 100 Kal. verdampfenden Wassers und 1° C.

Auf diese Weise erhalten wir folgende modifizierte Resultate:

Tabelle V. I, bekleidet mit Lahmannhemd[1]).

Datum	Kalorienmenge	Arbeitsminuten
8. III.	155,8	25,0
11. III.	285,6	27,75
14. III.	257	24,5
17. III.	275,5	14,0
19. III.	221,5	28,0
21. III.	145,2	27,0
26. III.	190,4	27,0
Summe	1531,0	173,25
Durchschnitt	218,7	24,75

Tabelle VI. I, bekleidet mit Versuchshemd[2]).

Datum	Kalorienmenge	Arbeitsminuten
7. III.	54,3	20,0
10. III.	211,0	21,0
13. III.	154,7	17,0
15. III.	185,7	28,0
18. III.	151,7	26,75
20. III.	119,3	25,0
29. III.	130,4	29,0
Summe	1007,1	166,75
Durchschnitt	143,9	24,0

[1]) Die Berechnung vom 6. III. fehlt, da sich in dem Protokolle dieses Tages keine Angabe über die Arbeitsleistung findet. Über das Fehlen der Berechnung vom 24. III. siehe die Anmerkung von Tabelle I.

[2]) Der 5. und 25. III. konnten hier nicht in Rechnung gesetzt werden, da an diesen Tagen eine Angabe betreffs der Arbeitsleistung in den Protokollen fehlt.

Tabelle VII. II, bekleidet mit Leinenhemd[1]).

Datum	Kalorienmenge	Arbeitsminuten
8. III.	149,6	25,0
11. III.	211,8	28,25
13. III.	108,6	23,0
15. III.	137,6	29,0
18. III.	97,3	28,25
20. III.	68,1	25,0
29. III.	58,8	29,0
Summe	831,8	187,5
Durchschnitt	118,8	27,0

Tabelle VIII. II, bekleidet mit Versuchshemd[2]).

Datum	Kalorienmenge	Arbeitsminuten
7. III.	—	20,0
10. III.	134,1	23,0
12. III.	60,8	25,5
14. III.	142,5	26,5
17. III.	99,1	22,0
19. III.	121,4	28,0
21. III.	77,2	27,0
24. III.	74,3	21,0
26. III.	76,7	27,0
Summe	786,1	220,0
Durchschnitt	98,3	24,0

Setzen wir die Zahl der Arbeitsminuten bei den Tabellen V—VIII gleich, so erhalten wir bei 24 Arbeitsminuten

für I mit Lahmannshemd . . 212,1 Kal.
- - - Versuchshemd . . 143,9 -
- II - Leinenhemd . . 118,0 -
- - - Versuchshemd . . 98,0 -

Während bei I der Unterschied ein bedeutender ist, läßt sich aus dem bereits oben erwähnten Grunde bei II die geringere Differenz wiederum erklären.

[1]) Über das Fehlen des 25. III. siehe Anm. zu Tab. VI, aus demselben Grunde fehlt der 6. III.

[2]) Über das Fehlen des 5. III. siehe Anm. zu Tab. VI.

Es besitzt also das Versuchshemd gegenüber dem Lahmann- und Leinenhemd den Vorzug, daß es einer Überhitzung des Körpers während der Arbeit wirksamer vorbeugt.

Da nun durch die erhöhte Temperatur die Schweißsekretion in Gang kommt, so muß auf diese ebenfalls die Art der Unterkleidung von Einfluß sein. Die sezernierte Schweißmenge können wir aber berechnen, wenn auch nicht ganz fehlerfrei. Wir dürfen wohl annehmen, daß wir der Wirklichkeit ziemlich nahe kommen, wenn wir von dem Gewichtsverluste des unbekleideten Menschen nach den Ergebnissen der Untersuchungen von Herrn Prof. Dr. Zuntz 20 g auf die Ausscheidung von Kohlensäure und den Rest auf Wasserabgabe beziehen.

Wir brauchen dabei, wie früher ausgeführt, den Gewichtsverlust, der von der Atmung herrührt, nicht weiter zu beachten, werden ihn vielmehr, da er ebenso wie der Schweiß den Körper kühlt, diesem zurechnen. Nur ein Moment müssen wir noch eliminieren, die Außentemperatur, und wir werden dies auf dieselbe Weise tun, wie bei der Bestimmung der Wärmeproduktion, sodaß wir auch hier die Schweißsekretion und die Anzahl der Arbeitsminuten einander gegenüberstellen können.

Wir erhalten dann folgende Resultate:

Tabelle IX. I, bekleidet mit Lahmannhemd[1]).

Datum	Schweißsekretion	Arbeitsminuten
8. III.	470 g	25,0
11. III.	604	27,75
14. III.	681	24,5
17. III.	772	14,0
19. III.	529	28,0
21. III.	597	27,0
24. III.	404	21,0
26. III.	457	27,0
Summe	4514	194,25
Durchschnitt	564	24,0

[1]) Über das Fehlen der Berechnung vom 6. III. siehe Anmerkung zu Tabelle V.

Tabelle X. I, bekleidet mit Versuchshemd [1]).

Datum	Schweißsekretion	Arbeitsminuten
10. III.	609 g	21,0
13. III.	443	17,0
15. III.	588	28,0
18. III.	521	26,75
20. III.	566	25,0
29. III.	645	29,0
Summe	3372	146,75
Durchschnitt	562	24,5

Tabelle XI. II, bekleidet mit Leinenhemd [2]).

Datum	Schweißsekretion	Arbeitsminuten
8. III.	400 g	25,0
11. III.	470	28,25
13. III.	322,5	23,0
15. III.	545	29,0
18. III.	399,5	28,25
20. III.	257,5	25,0
29. III.	337,5	29,0
Summe	2732	187,5
Durchschnitt	390	26,8

Tabelle XII. II, bekleidet mit Versuchshemd [3]).

Datum	Schweißsekretion	Arbeitsminuten
10. III.	340 g	23,0
12. III.	277,5	25,5
14. III.	417,5	26,5
17. III.	280	22,0
19. III.	547,5	28,0
21. III.	117,5	27,0
24. III.	185	21,0
26. III.	312,5	27,0
Summe	2477,5	200,0
Durchschnitt	309,7	25,0

[1]) Über das Fehlen der Berechnung vom 5. u. 25. III. siehe Anmerkung zu Tabelle VI. Die Berechnung vom 7. III. fehlt wegen Wägungsfehlers.

[2]) Siehe Anmerkung zu Tabelle VII.

[3]) Über das Fehlen des 5. III. siehe Anmerkung zu Tabelle VI. Über das Fehlen des 7. III. siehe Anmerkung zu Tabelle X.

Für die gleiche Anzahl von Arbeitsminuten würden also diese Zusammenstellungen in Tabelle IX—XII ergeben:

für I bei 24,5 Arbeitsminuten
bei Bekleidung mit Lahmannhemd = 575,75 g
- - - Versuchshemd = 562,00 -;

für II bei 25,0 Arbeitsminuten
bei Bekleidung mit Leinenhemd = 364,0 g
- - - Versuchshemd = 309,7 -.

Auch hier erhalten wir ein Resultat zu Gunsten des Versuchshemdes, indem die Schweißsekretion bei ihm eine geringere ist, und somit ein unnütz großer Wasserverlust vermieden wird.

Wir kommen nunmehr zur Feuchtigkeitsaufnahme und -durchlässigkeit des Hemdes und erhalten folgende Tabellen.

Tabelle XIII. I, mit Lahmannhemd bekleidet.

Datum	Gewichtszunahme d. Hemdes g	Gewichtszunahme d. Kleidung g	Befund der Kleidung
8. III.	28	172	Hemd: Achsel, Bauch, Kreuz, Brust durchnäßt. Weste und Rockfutter durch.
11. III.	39	81	Hemd ganz naß, Weste im Kreuz naß, Rock nicht.
14. III.	55	180	Hemd, Weste und Rock im Rücken durchgeschwitzt.
17. III.	31	279	Hemd vollkommen naß, ebenso Westenrücken. Rock im Rücken feucht.
19. III.	76	44	Hemd ganz naß, Weste im Rücken durch, Rockfutter im Rücken feucht.
21. III.	128	192	Hemd ganz naß, Weste stark naß, Rock feucht, Unterhose zum Ausringen naß.
26. III.	43	87	Hemd durch, Weste und Rock im Rücken feucht. Unterhose durch, Hosen innen feucht.
Summe	400	1035	
Durchschnitt	57	148	

Tabelle XIV. I, bei Bekleidung mit Versuchshemd.

Datum	Gewichtszunahme d. Hemdes g	Gewichtszunahme d. Kleidung g	Befund der Kleidung
10. III.	26	179	Hemd innen stark naß, Körper trocken, Hemd im Kreuz außen feucht, Rock in Achsel durch, Weste im Rücken feucht.
13. III.	12	88	Hemd: Achsel naß, Rücken und Kreuz trocken, Rock und Weste in Achsel feucht, Unterhose, soweit Hemd gereicht, trocken, darunter feucht.
15. III.	35	175	Keine Notizen.
18. III.	61	169	Hemd innen ganz naß, außen feucht, Weste naß.
20. III.	58	282	Hemd im Rücken außen feucht, Westenrücken innen und außen feucht, Rock in Achsel feucht, sonst trocken. Unterhose naß.
25. III.	63	277	Hemd innen naß, außen feucht, Weste feucht, imprägnierte Unterhose innen naß, außen trocken.
29. III.	54	326	Hemd in Achsel durch, Kreuz und Rücken außen feucht, Westenfutter feucht. Rock trocken, Unterhose (imprägnierte) außen trocken.
Summe	309	1496	
Durchschnitt	44	214	

Tabelle XV. II, bekleidet mit Leinenhemd.

Datum	Gewichtszunahme d. Hemdes g	Gewichtszunahme d. Kleidung g	Befund der Kleidung
8. III.	26	94	Rücken feucht. Hemd: Kreuz und Achsel durch.
11. III.	16	94	Hemd: Rücken und Kreuz durch. Rock: Achsel durch.
13. III.	1	114	Hemd: Achsel naß, sonst trocken.
15. III.	27	243	Hemd ganz naß, am ganzen Rumpf. Rock: Achsel durch. Weste im Kreuz etwas feucht.
18. III.	13	197	Hemd feucht, Achsel des Rockes durchgeschwitzt.
20. III.	3	127	Hemd: Kreuz feucht, Achsel naß. Rock: Achsel feucht.
29. III.	4	206	Hemd: Achsel feucht.
Summe	90	1075	
Durchschnitt	13	154	

Tabelle XVI. II, bekleidet mit Versuchshemd.

Datum	Gewichtszunahme d. Hemdes g	Gewichtszunahme d. Kleidung g	Befund der Kleidung
12. III.	2	148	Achsel von Hemd und Rock naß. Rücken u. Kreuz trocken, Strümpfe und Unterhose nicht auffällig feucht.
14. III.	18	147	Hemd innen naß, außen sogar Achsel trocken, Weste feucht, Rock in Achsel naß.
19. III.	46	274	Hemd durchweg naß, Rücken feucht. (Starke Schweißsekretion, Pferd wirft sehr.)
24. III.	2	58	Hemd ziemlich trocken.
26. III.	3	177	Keine Notizen.
Summe	71	804	
Durchschnitt	14	161	

Wie können wir uns nun wohl diese Resultate erklären, die in Bezug auf Durchnässung der Oberkleidung mit dem Ergebnis der physikalischen Versuche in Widerspruch stehen. Während dort der Versuchsstoff die Befeuchtung der aufgelegten Kleiderstoffe stärker hinderte als die anderen Gewebe, kommen wir beim schwitzenden Menschen zum entgegengesetzten Resultate.

Die hier gefundenen Gewichtszunahmen der Hemden lassen sich leicht verstehen.

Daß das Lahmannhemd mehr Flüssigkeit aufzunehmen vermag als das Versuchshemd ist von vornherein wahrscheinlich, da es ja bedeutend dicker ist als dieses und ganz und gar aus wasseraufsaugendem Stoff besteht, und daß wiederum der Unterschied zwischen der Wasseraufnahme des Leinenhemdes einerseits und des Versuchshemdes andrerseits ein ziemlich geringer ist, dürfte wohl ebenfalls seine Erklärung in der größeren Dicke des Versuchshemdes finden.

Wie steht es aber mit der Wasseraufnahme seitens der Kleidung bei den verschiedenen Arten der Unterkleidung.

In einigen Fällen kann der Verdacht, daß Wägungsfehler untergelaufen seien, nicht ganz unterdrückt werden.

So ist am 17. III. beim Lahmannhemde eine Zunahme der Kleidung um 279 g und am 29. III. beim Versuchshemd eine solche von 326 g protokolliert. Gleichzeitig aber findet sich am 17. die Bemerkung: „Westenrücken vollkommen naß, Rock im Rücken feucht“ und am 29. III.: „Westenfutter feucht, Rock trocken.“ Es müssen also noch andere Umstände mitgemirkt haben, um den Unterschied zwischen physikalischem und physiologischem Experimente herbeizuführen. Man wird dabei an folgende Möglichkeiten denken müssen: Die Herren waren vorher in ihren Kleidern auf der Straße gewesen, wo bald scharf austrocknender Wind, bald Regen und feuchte Luft auf dieselben einwirkte; die Kleider waren also in sehr verschiedenem Maße disponiert in der kalten feuchten Reitbahn Wasser aufzunehmen. Ein Beleg für die Bedeutung dieser Fehlerquelle ist der Versuch vom 6. III. an Reiter I. Hier wog die Kleidung nach dem Reiten 70 g weniger als vor Beginn desselben.

Auch die Art der Wägung konnte zu kleineren Ungenauigkeiten Anlaß geben. Namentlich nach dem Reiten kam es vor, daß bei einzelnen zwischen der Wägung in bekleidetem und im nakten Zustande bald kürzere, bald längere Zeit verstrich.

Die größte Fehlerquelle aber lag offenbar in dem Umstande, daß die einzelnen Versuchstage nur unvollkommen mit einander vergleichbar sind. Die Anstrengung der Muskulatur und damit die Wärmeproduktion ist beim Reiten so sehr von der Geschicklichkeit des Reiters und dem Verhalten der Pferde abhängig, die bessere oder schlechtere Disposition, vorangegangene Ermüdungen, Erschütterung des Selbstvertrauens durch die kleinsten Unfälle spielen daher eine solche Rolle, daß ein Tag schwer mit dem anderen vergleichbar ist.

Für künftige ähnliche Untersuchungen wird es sich daher empfehlen, statt des Reitens lieber Fußversuche zu wählen, da hierbei die Arbeitsleistung aller den gleichen Weg in gleichem Tempo zurücklegenden Personen eine viel gleichmäßigere und ihrer Größe nach genau abzuschätzende ist. Hierbei fällt auch der unverkennbare Einfluß psychischer Erregungen auf die Schweißsekretion (sogen. Angstschweiß) fort.

Brauchbarer als für die Frage des Schutzes der Oberkleider gegen Durchnässung sind die Versuche zur Beurteilung der Einwirkung der Unterkleidung auf das Wohlbefinden während der Ruhe nach der Arbeit.

Wenn wir während einer Arbeit stark in Schweiß geraten sind, sodaß nicht nur die Unter-, sondern auch die Oberkleidung naß geworden sind, so haben wir, wenn wir uns nach der Arbeit, ohne die Kleidung zu wechseln, der Ruhe hingeben, das Gefühl der Kälte, das sich je nach der Durchnässung der Kleidung vom gelinden Frösteln bis zum empfindlichsten Frieren steigern kann. Woher dies resultiert und was es für Folgen für die Gesundheit hat, weiß jeder. Wenn wir daher von einer rationellen Unterkleidung erwarten, daß sie diese Nachteile nach Möglichkeit einschränkt, so ist dies Verlangen sicher ein berechtigtes, und so müssen wir bei unserem Versuchsstoff auch diesen Punkt ins Auge fassen. Die Angaben hierüber lauten in den aufgenommenen Protokollen sehr günstig für das Versuchshemd. Bei I finden wir bei der Bekleidung mit Lahmannhemd unter 9 Malen nach dem Reiten zweimal sehr starkes Frieren, fünfmal Frösteln und nur zweimal Wohlbefinden, bei der Bekleidung mit dem Versuchshemd bei derselben Person unter 7 Malen sechsmal Wohlbefinden und nur einmal leichtes Frösteln nach Verlassen der Reitbahn angegeben. Ebenso günstig lauten die Angaben bei II, wo wir bei Bekleidung mit einem Leinenhemd unter 9 Malen fünfmal Wohlbefinden, dreimal Frösteln und einmal leichtes Frösteln nach dem Reiten finden, während bei der Bekleidung mit dem Versuchshemd unten 9 Malen niemals Frösteln auftrat, sondern vielmehr das subjektive Befinden stets ein gutes war. Spricht dies schon sehr für diese Art der Unterkleidung, so kann ich aus eigener Erfahrung noch folgendes hinzufügen.

Auf einer dreiwöchentlichen Gebirgstour im Sommer 1902 trug ich nur Hemden aus dem Versuchsstoff und kann sagen, daß ich, obwohl ich oft in Schweiß gebadet war, obwohl ich der Versuche halber nie das Hemd nach der Ankunft im Quartier wechselte, und obwohl die Außentemperatur oft empfindlich kalt war, nie das Gefühl der Kälte empfunden, sondern mich stets des vollsten Wohlbefindens erfreut habe, während andere,

die dieselben Tagestouren gemacht hatten und Unterkleidung anderer Art trugen, über starkes Kältegefühl klagten.

Fassen wir nunmehr zusammen, was wir aus den Betrachtungen hinsichtlich der Unterkleidungen für die Praxis an Schlüssen ziehen können.

Der Versuchsstoff schützt einigermaßen vor einer Überhitzung des Körpers mit ihren Folgen, er schränkt die Schweißsekretion ein und vermindert dadurch die Gefahr einer Wasserverarmung des Körpers. Nach der Arbeit verursacht er nicht das unangenehme Gefühl der Kälte, wie es andere Unterkleidungsstoffe tun, beugt somit dadurch entstehenden Erkältungen vor und hält die von außen kommende Nässe und das damit verbundene Gefühl des Unbehagens vom Körper fern. Wie er sich hinsichtlich der Durchlässigkeit von Schweiß und daraus resultierender Durchnässung der Kleidung verhält, ist, wie schon oben behandelt, leider nicht mit der erforderlichen Genauigkeit erforscht worden und daher künftigen Untersuchungen vorbehalten.

Würde sich diese Unterkleidung nun, da sie im wesentlichen den Anforderungen, die man an eine rationelle Unterkleidung stellen kann, genügt, zur Einführung in die Armee empfehlen?

Soweit ich mir hierüber nach der gesammelten Erfahrung ein Urteil erlauben kann, möchte ich dem widerraten und zwar aus drei Gründen.

Erstens würden die Kosten, die aus dieser Einführung entständen, zu große sein, zweitens ist trotz der Verbindung von Wolle und Baumwolle das Einlaufen der Unterkleidung bei der Wäsche nicht aufgehoben und drittens wäre es im Interesse der Reinlichkeit nicht angebracht, wollene Unterkleidung einzuführen. Denn da die Wolle, damit sie nicht einläuft, in der Wäsche nicht mit heißem Wasser behandelt werden darf, so würde sich der durch Schweiß und Staub in die Kleidung eingelagerte Schmutz nicht ganz entfernen lassen. Man wird also die Unterkleidung öfter erneuern müssen, und die damit verbundenen Kosten würden zu große sein. Anders steht es dagegen bei Offizieren, Touristen und Sportsleuten. Hier würde der Benutzung nichts entgegenstehen, ich glaube vielmehr, daß in diesen Fällen

diese Art der Unterkleidung Vorteile gewähren würde, die eine andere Unterkleidung nicht zu bieten vermag.

Wenn also auch der allgemeinen Einführung noch Momente entgegenstehen, so würde es doch immerhin von Vorteil sein, wenn man sich mit der Frage der Unterkleidung mehr beschäftigte, und es würde sich vielleicht doch noch ein Modus finden lassen, der die Nachteile beseitigte und uns den Weg zu einer Unterkleidung führte, die alle Vorteile in sich vereinigte.

Schließlich möchte ich nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, daß die Vorteile einer rationellen Unterkleidung im dargelegten Sinne nur dann ganz zur Geltung kommen können, wenn die Oberkleidung durch ihre Porosität eine ausgiebige Verdunstung des Schweißes zuläßt. Dies ist bereits von Rubner in nachdrücklichster Schärfe zum Ausdruck gebracht worden, indem er die Forderung stellt, daß die Kleidung hinsichtlich der Luftdurchgängigkeit homogen ist, da sonst dichtere Gewebe der Oberkleidung alle Vorteile der Unterkleidung illusorisch machen.

Anhang.

Auszug aus den bei den einzelnen Reitstunden aufgenommenen Daten.

Reiter	Körpertemperatur in der Ruhe		Arbeitsdaten					Art der Bekleidung	Temperatur des		Arbeitsminuten	Bemerkungen
	abends	morgens		Temperatur	Gewicht bekleidet	Gewicht nackt	Gewicht d. Hemd. g		trockenen Therm.	feuchten Therm.		
					Datum: 5. März.							
I		36,4	vor	37,7	89,69	85,4		Versuchshemd				
			nach	37,8	89,52	85,0						
			Differ.	+ 0,1	— 0,17	— 0,4						
II	36,7		vor	37,1	80,5	74,5		Versuchshemd				
			nach	37,8	80,35	74,25						
			Differ.	+ 0,7	— 0,15	— 0,25						
					6. März.							
I		36,5	vor	37,2	91,61	85,27		Lahmannhemd				Nach dem Reiten Achsel durchnäßt, auch Rockfutter naß. Hemd: Vor dem Reiten Achsel Spur feucht. Später kein Frösteln.
			nach	37,2	91,25	84,98						
			Differ.	0	— 0,36	— 0,29						
II	36,8		vor	37,1	80,72	74,93		Leinenhemd				Nach dem Reiten Hemd Achsel durch, Rücken feucht, Rock feucht. Kein Frösteln, auch später nicht.
			nach	37,3	80,51	74,6						
			Differ.	+ 0,2	— 0,21	— 0,33						

7. März.

I	37,1	36,2	vor	37,4	91,83	85,51	377	Versuchs-hemd	7,4	6,8	20	Nach dem Reiten Hemd außen trocken, nur auf dem Rücken leicht feucht, Achsel durch, Weste trocken, Rock: Achsel naß.
			nach	37,6	91,71	85,55	379		7,3	7,0		
			Differ.	+ 0,2	— 0,12	+ 0,04 (?)	+ 2					
II	36,6		vor	37,6	81,325	75,33	375	Versuchs-hemd	7,4	6,8	20	Hemd außen trocken, nur Achsel durch, Rock: Achsel feucht. Nachher kein Frösteln.
			nach	37,8	81,11	75,00	373		7,3	7,0		
			Differ.	+ 0,2	— 0,215	— 0,33	— 2					

8. März.

I	37,0	36,0	vor	37,1	91,85	85,60	472	Lahmann-hemd	7,4	6,4	25	Hemd: Achsel, Bauch, Kreuz, Brust durchnäßt. Weste und Rockfutter durch. Nachher etwas gefroren.
			nach	37,7	91,56	85,11	500		8,0	7,3		
			Differ.	+ 0,6	— 0,29	— 0,49	+ 28					
II	37,3	36,5	vor	37,4	80,95	75,06	411	Leinenhemd	7,4	6,4	25	Hemd: Kreuz und Achsel durch, Rücken feucht. Nachher kein Frösteln.
			nach	38,1	80,65	74,64	437		8,0	7,3		
			Differ.	+ 0,7	— 0,30	— 0,42	+ 26					

10. März.

I	37,8	37,6	vor	38,4	91,17	85,225	378	Versuchs-hemd	2,9	2,7	21	Hemd i. Kreuz außen feucht, Rock: Achsel durch, Weste: Rücken feucht. Hemd innen trocken. Hinterher sehr angenehm. Gefühl, angenehmer als sonst.
			nach	38,7	90,85	84,70	404		4,4	3,9		
			Differ.	+ 0,3	— 0,32	— 0,525	+ 26					
II	37,1	36,4	vor	37,2	80,59	74,72	373	Versuchs-hemd	2,9	2,7	23	Hemd außen trocken, unter Achsel etw. feucht, Hemd auch inn. trocken. Hinterher sehr angenehmes Gefühl, angenehm. als sonst.
			nach	37,6	80,39	74,42	365		4,4	3,9		
			Differ.	+ 0,4	— 0,2	+ 0,3	— 8					

Reiter	Körpertemperatur in der Ruhe		Arbeitsdaten					Art der Bekleidung	Temperatur des		Arbeitsminuten	Bemerkungen
	abends	morgens		Temperatur	Gewicht bekleidet	Gewicht nackt	Gewicht d. Hemd. g		trockenen Therm.	feuchten Therm.		
					Datum: 11. März.							
I	37,4	37,6	vor	38,1	91,0	84,82	453	Lahmannhemd	3,1	2,7	27,75	Hemd ganz naß, Weste im Kreuz naß, Rock nicht. Frieren nach dem Reiten.
			nach	38,7	90,6	84,30	492		4,3	3,9		
			Differ.	+ 0,6	— 0,4	— 0,52	+ 39					
II	37,1	36,8	vor	37,5	81,35	75,43	298	Leinenhemd	3,1	2,7	28,25	Hemd: Rücken und Kreuz, Rock: Achsel durch. Hinterher längere Zeit gefroren.
			nach	37,4	81,03	75,0	314		4,3	3,9		
			Differ.	— 0,1	— 0,32	— 0,43	+ 16					
					12. März.							
I	37,5	37,2	vor									Fällt krankheitshalber aus.
			nach									
			Differ.									
II	36,5	36,7	vor	37,1	81,11	75,11	378	Versuchshemd	4,6	4,2	25,5	Achsel: Hemd und Rock naß, Rücken und Kreuz trocken. Strümpfe und Unterhose nicht auffällig feucht. Später kein Frieren.
			nach	37,9	81,00	74,85	380		5,65	5,2		
			Differ.	+ 0,8	— 0,11	— 0,26	+ 2					

13. März.

I	37,5	36,8	vor	37,9	91,08	85,26	361	Versuchs-hemd	1,1	0,05	17	Hemd: Achsel naß, Rücken, Kreuz trocken, Rock, Weste, Achsel feucht, Unterhose, soweit Hemd gereicht hat, trocken, darunter feucht. Nach dem Reiten Wohlbefinden.
			nach	38,3	90,86	84,94	373		3,0	2,2		
			Differ.	+ 0,4	— 0,22	— 0,32	+ 12					
II	36,2	36,3	vor	37,0	81,22	75,35	403	Leinenhemd	1,1	0,5	23	Hemd: Achsel naß, sonst trocken. Beim Wägen frieren, nach dem Reiten noch ca. 8 Std. gefroren.
			nach	37,3	81,06	75,075	404		3,0	2,2		
			Differ.	+ 0,3	— 0,16	— 0,275	+ 1					

14. März.

I	37,2	36,8	vor	38,0	91,77	85,66	450	Lahmann-hemd	3,5	2,8	24,5	Hemd, Weste und Rock im Rücken durchgeschwitzt. Später starkes Frösteln gegen ca. 5 Stunden.
			nach	38,6	91,395	85,03	505		5,1	4,6		
			Differ.	+ 0,6	— 0,375	— 0,61	+ 55					
II	36,6	36,7	vor	37,4	81,43	75,425	376	Versuchs-hemd	3,5	2,8	26,5	Hemd innen naß, außen sogar Achsel trocken, Weste feucht, Rock: Achsel naß. Nach d. Wägen wohliges Gefühl, auch spät. k. Fröst.
			nach	38,1	81,21	75,04	394		5,1	4,6		
			Differ.	+ 0,7	— 0,22	— 0,385	+ 18					

15. März.

I	37,1	36,8	vor	38,1	92,1	86,13	373	Versuchs-hemd	5,1	4,5	28	Beim Umkleiden etwas kühl, beim Anziehen des Hemdes nach der Wägung naßkaltes Gefühl, bald nachher bereits Wohlbefinden. Später kein Frösteln.
			nach	38,5	91,78	85,6	408		6,1	5,6		
			Differ.	+ 0,4	— 0,32	— 0,59	+ 35					
II	36,4	36,3	vor	37,3	81,31	75,35	405	Leinenhemd	5,1	4,5	29	Hemd naß am ganzen Rumpf, Rock: Achsel naß, etwas durch, Weste im Kreuz etwas feucht. Beim Umkleiden Frösteln.
			nach	37,6	81,07	74,84	432		6,1	5,6		
			Differ.	+ 0,3	— 0,24	— 0,51	+ 27					

Reiter	Körpertemperatur in der Ruhe		Arbeitsdaten					Art der Bekleidung	Temperatur des		Arbeitsminuten	Bemerkungen
	abends	morgens		Temperatur	Gewicht bekleidet	Gewicht nackt	Gewicht d. Hemd. g		trockenen Therm.	feuchten Therm.		
					Datum: 17. März.							
I	37,5	36,6	vor	37,85	91,43	85,78	477	Lahmannhemd	5,0	4,5	14	Hemd vollkommen naß, ebenso Westenrücken, Rock im Rücken feucht. Beim Wägen kein Frösteln, später leichtes Frieren.
			nach	38,1	91,00	85,04	508		6,05	5,4		
			Differ.	+ 0,25	— 0,43	— 0,74	+ 31					
II	36,7	36,9	vor	37,4	81,11	75,28	394	Versuchshemd	5,0	4,5	22	Hemd außen trocken, Achsel leicht feucht. Beim Umziehen kein Frösteln.
			nach	37,85	80,94	75,01	385		6,05	5,4		
			Differ.	+ 0,45	— 0,17	— 0,27	— 9					
					18. März.							
I	38,0	37,0	vor	38,1	91,73	85,54	385	Versuchshemd	8,6	8,2	26,75	Starke Schmerzen der Rückenmuskeln. Hemd innen ganz naß, außen feucht. Weste naß. Kein Frösteln, auch später Wohlbefinden.
			nach	38,6	91,38	84,96	446		9,65	9,25		
			Differ.	+ 0,5	— 0,35	— 0,58	+ 61		9,6	9,3		
II	36,6	37,1	vor	37,6	81,48	75,5	423	Leinenhemd	8,6	8,2	28,25	Hemd feucht, Achsel des Rockes durchgeschwitzt. Beim Umziehen starkes Frieren, später kein unangenehmes Gefühl mehr.
			nach	38,0	81,25	75,06	436		9,65	9,25		
			Differ.	+ 0,4	— 0,23	— 0,44	+ 13		9,6	9,3		

19. März.

I	38,1	37,0	vor	38,1	92,15	85,66	484	Lahmann-hemd	10,6	9,8	28	Hemd ganz naß, Westenrücken durch, Rockfutter im Rücken feucht. Später starkes Frieren ca. drei Stunden.
			nach	38,5	91,63	85,02	560		10,9	10,4		
			Differ.	+ 0,4	— 0,52	— 0,64	+ 76					
II	36,6	36,8	vor	37,5	81,31	75,4	415	Versuchs-hemd	10,6	9,8	28	Pferd wirft stark. Hemd naß, auch Rücken feucht. Beim Umziehen kein Frösteln, auch später kein Frieren.
			nach	37,9	81,01	74,78	461		10,9	10,4		
			Differ.	+ 0,4	— 0,30	— 0,62	+ 46					

20. März.

I	—	—	vor	38,2	91,425	85,40	414	Versuchs-hemd	9,3	8,5	25	Hemd im Rücken außen feucht. Westenrücken innen und außen feucht. Rock: Achsel feucht, sonst trocken, Unterhosen naß.
			nach	38,2	91,14	84,875	472		9,7	8,9		
			Differ.	0	— 0,285	— 0,625	+ 58					
II	36,5	36,6	vor	37,1	81,39	75,29	458	Leinenhemd	9,3	8,5	25	Pferd wie am 19. Hemd: Kreuz feucht, Achsel naß, Rock: Achsel feucht.
			nach	37,4	81,22	74,99	461		9,7	8,9		
			Differ.	+ 0,3	— 0,17	— 0,30	+ 3					

21. März.

I	—	—	vor	37,65	91,78	85,65	481	Lahmann-hemd	12,7	11,4	27	Hemd ganz naß, Weste stark naß, Rock feucht, Unterhose zum Ausringen naß. Hinterher Frösteln.
			nach	38,5	91,34	84,89	609		13,0	11,6		
			Differ.	+ 0,85	— 0,44	— 0,76	+128		13,2	12,05		
II	—	—	vor	37,1	82,2	76,18	395	Versuchs-hemd	12,7	11,4	27	Hemd: Achsel, Rücken etwas feucht, sonst trocken.
			nach	37,6	81,95	75,96	427		13,0	11,6		
			Differ.	+ 0,5	— 0,25	— 0,22	+ 32		13,2	12,05		

Reiter	Körpertemperatur in der Ruhe		Arbeitsdaten					Art der Bekleidung	Temperatur des		Arbeitsminuten	Bemerkungen
	abends	morgens		Temperatur	Gewicht bekleidet	Gewicht nackt	Gewicht d. Hemd. g		trockenen Therm.	feuchten Therm.		
					Datum: 22. März.							
I	37,1	36,8	vor	37,6				Versuchshemd			Ausritt von 3 1/4 Std.	Alles durch, sogar Kreuz des Rockes. Hemd zu Hause gewechselt, blieb lange feucht. Durch Ritt sehr angestrengt.
			nach	38,1								
			Differ.	+ 0,5								
II	37,0	36,6	vor	37,1				Leinenhemd			Ausritt von 3 1/4 Std.	Hemd unter Achsel feucht, alles andere trocken. Hatte angeblich wenig geschwitzt, hinterher kein Frieren. Ritt für II nicht anstrengend.
			nach	37,8								
			Differ.	+ 0,7								
					24. März.							
I	37,5	36,3	vor	37,4	91,83	85,44	450	Lahmannhemd	7,8	6,8	21	Hemd und Weste innen feucht, Achsel durch. Kein Frösteln.
			nach	38,1	90,84	84,99	496		9,1	8,2		
			Differ.	+ 0,7	— 0,99	— 0,45	+ 46					
II	36,7	36,1	vor	36,8	81,26	75,33	406	Versuchshemd	7,8	6,8	21	Hemd ziemlich trocken, kein Frösteln.
			nach	37,0	81,10	75,11	408		9,1	8,2		
			Differ.	+ 0,2	— 0,16	— 0,22	+ 2					

25. März.												
I	36,8	36,6	vor	37,6	90,97	85,02	401	Versuchs-hemd und -Unterhose Unterhose vor 251 g nach 275 - Diff. + 24 -	9,7	8,2		Hemd innen naß, außen feucht, Weste feucht; Unterhose innen naß, außen trocken. Später kein Frösteln.
			nach	38,2	90,55	84,26	464		9,8	8,3		
			Differ.	+ 0,6	— 0,42	— 0,76	+ 63					
II	36,3	36,5	vor	37,6	81,22	75,26	361	Leinenhemd	9,7	8,2		Hemd unter den Achseln feucht. Später kein Frösteln.
			nach	37,8	81,1	75,15	368		9,8	8,3		
			Differ.	+ 0,2	— 0,12	— 0,11	+ 7					
26. März.												
I	36,8	36,75	vor	37,55	91,76	85,35	463	Lahmann-hemd u. Trik.-Unterhose Unterhose: vor 331 g nach 336 - Diff. + 5 -	7,7	6,0	27	Hemd durch, Weste und Rock im Rücken feucht; Unterhosen durch, Hosen innen feucht. Noch 1½ Stunde lang Frösteln.
			nach	38,2	91,40	84,86	506		8,4	7,3		
			Differ.	+ 0,65	— 0,36	— 0,49	+ 43					
II	36,7	36,5	vor	37,2	81,65	75,75	399	Versuchs-hemd	7,7	6,0	27	Kein Frösteln.
			nach	37,5	81,49	75,41	402		8,4	7,3		
			Differ.	+ 0,3	— 0,16	— 0,34	+ 3					
29. März.												
I	37,5	36,3	vor	38,0	90,12	84,15	400	Versuchs-hemd und -Unterhose Unterhose vor 252 g nach 280 - Diff. + 28 -	4,0	3,0	29	Hemd: Achsel durch, Kreuz, Rücken außen feucht, Westenfutter feucht, Rock trocken, Unterhose außen trocken. Beim Wiegen leichtes Frösteln.
			nach	38,2	89,9	83,55	454		5,7	4,9		
			Differ.	+ 0,2	— 0,22	— 0,60	+ 54					
II	36,8	36,6	vor	36,9	81,58	75,9	365	Leinenhemd	4,0	3,0	29	Hemd: Achsel feucht. Kein Frösteln.
			nach	37,6	81,47	75,58	369		5,7	4,9		
			Differ.	+ 0,7	— 0,11	— 0,32	+ 4					

Zum Schlusse erfülle ich eine ehrenvolle Pflicht, wenn ich Herrn Prof. Dr. Zuntz und Herrn Stabsarzt Dr. Bischoff für die Anregung zu dieser Arbeit und deren gütige Durchsicht meinen ehrerbietigsten Dank auch an dieser Stelle ausspreche.

Thesen.

I.

Leinene Unterkleidung ist bei körperlicher Tätigkeit nicht rationell.

II.

Vor jeder Narkose ist die Injektion von Morphium indiziert.

III.

Beim Panaritium ist frühzeitige Inzision die erfolgreichste Therapie.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Reinhold Wilhelm Georg Arnold Dreist, evangelischer Konfession, Sohn des Professors an der Haupt-Kadettenanstalt Dr. phil. Georg Dreist, wurde am 19. April 1878 in Aschersleben, Provinz Sachsen, geboren. Seine wissenschaftliche Vorbildung erhielt er auf dem Gymnasium zu Gr. Lichterfelde, welches er Ostern 1898 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Am 1. April 1898 wurde er auf die Kaiser-Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen aufgenommen und genügte vom 1. April bis 1. Oktober desselben Jahres seiner Dienstpflicht mit der Waffe bei der 2. Kompagnie des II. Garde-Regiments zu Fuß. Ostern 1900 bestand er die ärztliche Vorprüfung. Am 1. Oktober 1902 wurde er zum Unterarzt im 5. Großherzoglich Hessischen Infanterie-Regiment No. 168 ernannt und auf 1 Jahr zur Dienstleistung zum Kgl. Charité-Krankenhause kommandiert. Am 15. Februar 1904 bestand er das ärztliche Staatsexamen. Am 23. Februar 1904 wurde er mit der Wahrnehmung einer offenen Assistenzarztstelle betraut und am 17. Mai unter Beförderung zum Assistenzarzt in das Thüringische Ulanen-Regiment No. 6 versetzt.

Er besuchte während seiner Studienzeit die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren:

Bennecke, v. Bergmann, Bernhardt, Brieger, Engelmann, Engler, Ewald, E. Fischer, B. Fränkel, Frey, Fritsch, Gerhardt (†), Goldscheider, Gusserow, Hertwig, Heubner, Hiller, Jolly (†), Jürgens (†), R. Köhler, König, Köppen, Lesser, v. Leyden, Liebreich, v. Michel, Nagel, Oestreich, Olshausen, Rubner, Schulz, F. E. Schulze, Schwendener, Sonnenburg, Straßmann, Stumpf, Thierfelder, Trautmann (†), H. Virchow, R. Virchow (†), Waldeyer, Warburg.

Diesen seinen hochverehrten Herren Lehrern sagt Verfasser seinen ehrerbietigsten Dank.